

ANNA DIOWKSZ, DANUTA SUCHARZEWSKA, WOJCIECH AMBROZIAK

WPLYW SKŁADU MIESZANEK SKROBIOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI CHLEBA BEZGLUTENOWEGO

Streszczenie

Celem podjętych badań było opracowanie składu mieszanek skrobiowych, przeznaczonych do wypieku chleba bezglutenowego, umożliwiających: uzyskanie poprawy właściwości fizycznych ciasta, podwyższenie jakości chleba i osiągnięcie korzystnego bilansu białka i błonnika pokarmowego.

Podstawę mieszanek bezglutenowych stanowiły: skrobia pszenna, kukurydziana, ziemniaczana oraz mąka kukurydziana. Na podstawie charakterystyki amylograficznej badanych surowców opracowano skład mieszanki o lepkości 470 j.B., cechującej się dużą stabilnością. Mieszanke wzbogacano w błonnik pokarmowy różnego pochodzenia oraz białko sojowe. W chlebach doświadczalnych uzyskano zarówno bardziej miękką skórkę, jak i miękisz niż w pieczywie kontrolnym. W chlebach tych stwierdzono mniejsze ubytki wilgoci i wolniejszą utratę elastyczności miększa podczas prób przechowalniczych. Spowolnienie procesu starzenia się pieczywa, wyprodukowanego z opracowanych mieszanek, było wyraźnie związane z użyciem błonnika w recepturze ciasta. Udało się jednocześnie uzyskać zwiększenie wartości żywieniowej chleba bezglutenowego, gdyż zawarta w nim ilość błonnika pokarmowego odpowiada wartościom charakterystycznym dla tradycyjnego chleba razowego. Modyfikacje recepturowe spowodowały jednocześnie zmniejszenie wartości energetycznej uzyskiwanych chlebów, proporcjonalne do zastosowanej dawki błonnika. Chleby bezglutenowe otrzymane według proponowanych receptur charakteryzowały się równocześnie wydatnie zwiększoną zawartością białka, odpowiadającą poziomowi typowemu dla wyrobów pszennych. Ocena punktowa wykazała, że są to produkty w pełni akceptowane przez konsumentów. Używały one znacznie wyższy stopień pożądalności konsumenckiej (89–93 %) niż chleb wyprodukowany z gotowej mieszanki handlowej (71 %).

Słowa kluczowe: chleb bezglutenowy, skrobia, lepkość, błonnik pokarmowy, wartość żywieniowa

Wprowadzenie

Choroba trzewna, zwana celiakią, określana jako zespół złego wchłaniania, polega głównie na powstawaniu zaburzeń procesów trawienia i upośledzenia wchłaniania po spożyciu produktów zbożowych przez osoby nadwrażliwe. Nietolerancja żywności

Dr inż. A. Diowks, prof. dr hab. inż. W. Ambroziak, Instytut Technologii Fermentacji i Mikrobiologii, ul. Wólczajska 171/173, dr inż. D. Sucharzeska, Instytut Chemicznej Technologii Żywności, Wydz. Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 4/10, 90-924 Łódź

sporządzonej z podstawowych zbóż chlebowych związana jest głównie z toksycznym działaniem zawartych w nich białek glutenowych. U osób predysponowanych genetycznie spożycie produktów zawierających gluten powoduje uszkodzenie komórek błony śluzowej jelita cienkiego i zanik kosmków jelitowych, co w rezultacie prowadzi do niedoboru wielu składników pokarmowych, wyniszczającego organizm [3].

W Polsce, podobnie jak na całym świecie, z celiakią żyje duża populacja zarówno dzieci, młodzieży, jak i dorosłych [1, 5]. Jak do tej pory jedynym skutecznym sposobem leczenia jest eliminacja z diety produktów spożywczych zawierających nietolerowane białka glutenowe [20].

Opracowanie receptur chleba bezglutenowego o wyglądzie zbliżonym do chleba tradycyjnego i o odpowiednich walorach sensorycznych jest bardzo trudne ze względu na nieodpowiednie właściwości wypiekowe stosowanych surowców [7]. Brak w nich glutenu, odpowiadającego m.in. za elastyczność ciasta, powoduje, że chleb bezglutenowy często ma mniejszą objętość, gorszą strukturę miękkiszu oraz niekorzystny smak i zapach. Specyfika surowców bezglutenowych nie pozwala także na wprowadzenie do ciasta odpowiedniej ilości wody zapewniającej uzyskanie chleba o prawidłowej wilgotności. Stąd chleby bezglutenowe, zwłaszcza te wyprodukowane z dużym udziałem surowców skrobiowych, wykazują tendencje do bardzo szybkiej utraty świeżości konsumpcyjnej.

Istotnym problemem jest także niższa wartość żywnościowa wyrobów bezglutenowych w porównaniu z tradycyjnymi produktami zbożowymi. Dostarczają one mniej białka, soli mineralnych, witamin z grupy B oraz włókna pokarmowego [7, 8, 13].

Celem podjętych badań było opracowanie składu mieszanek skrobiowych, przeznaczonych do wypieku chleba bezglutenowego, umożliwiających: uzyskanie poprawy właściwości fizycznych ciasta, podwyższenie jakości chleba i osiągnięcie korzystnego bilansu białka i błonnika pokarmowego.

Material i metody badań

Podstawę przygotowania mieszanek bezglutenowych (80–90 %) stanowiły: skrobia pszenna, kukurydziana, ziemniaczana oraz mąka kukurydziana, zakupione w handlu detalicznym. Jako preparaty błonnika pokarmowego stosowano w różnych wariantach: błonnik sojowy (otrzymany jako produkt odpadowy z produkcji mleka sojowego firmy Polgrunt, wysuszony i zmielony), inulinę (preparat „Frutafit”, Sensus), pektynę jabłkową (WEJ-4, Pektowin), gumę guar (Brenntag Polska) i hydroksypropylometylocelulozę (HPMC) (preparat „Magimix”, Lesaffre). Receptury mieszanek wypiekowych chleba bezglutenowego sporządzano w takich proporcjach, aby uzyskana zawartość błonnika pokarmowego była porównywalna z wartościami typowymi dla wyrobów pszennych i pszenno-żytnich. Uwzględniały one także suplementację produktów bezglutenowych w deficytowe białko w postaci izolatu białka sojowego (PRO FAM 974).

Preparaty błonnika i izolat białka sojowego dodawano do ciasta po wstępnym uwodnieniu ich do konsystencji pasty. Wykonano próbne wypieki ciast modelowych poddanych fermentacji drożdżowej. Wypiek prowadzono w temp. 200 °C przez 40 min. Próbę kontrolną stanowił wypiek ciasta przygotowanego z użyciem handlowej mieszanki bezglutenowej „Glutenex”, produkowanej na bazie skrobi pszennej i kukurydzianej oraz mąki kukurydzianej, z dodatkiem błonnika pszennego, gumy guar i pektyny. Wypieczono 3 partie chleba. Schłodzone chleby pakowano w opakowania foliowe i przechowywano przez 4 dni w temperaturze pokojowej.

Surowce skrobiowe analizowano z użyciem amylografu Brabendera. Ocena punktową chleba prowadzono zgodnie z normą PN-A-74108:1996 przez 10-osobowy zespół o stałym składzie [18], określano także zmiany wilgotności jego miękiszu podczas przechowywania. Na podstawie składu recepturowego przygotowanych ciast szacowano zawartość błonnika pokarmowego ogółem w uzyskanych chlebach. Obliczano także wartość energetyczną chleba na podstawie oznaczonej zawartości białka (metodą Kjeldahla), węglowodanów (metodą Lane-Eynona) i tłuszczu (metodą Weibulla-Stoldta) [14, 15]. Wszystkie oznaczenia wykonywano w 2 powtórzeniach.

Z otrzymanych wyników obliczano średnie arytmetyczne i odchylenia standardowe. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem t-Studenta na poziomie istotności $p < 0,05$.

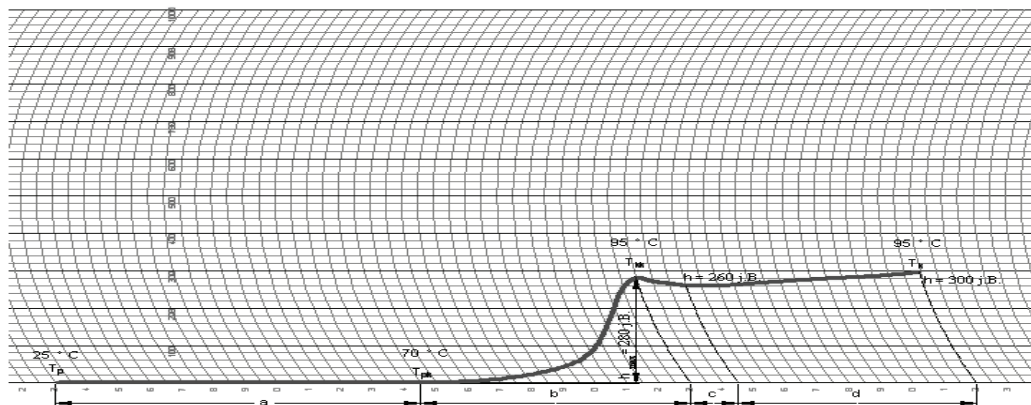
Wyniki i dyskusja

Użyte w badaniach surowce skrobiowe poddano badaniom reologicznym, wyznaczając ich charakterystyki kleikowania (rys. 1 - 4). Na podstawie przebiegu krzywych, a dokładniej punktów przegięcia krzywej oraz kontrolowanej w czasie procesu kleikowania temperatury, wyznaczono początkową i końcową temperaturę kleikowania tych skrobi. Stwierdzono duże różnice w zachowaniu się skrobi różnego pochodzenia w procesie ogrzewania. Uwagę zwraca też odmienny kształt przebiegu krzywych kleikowania poszczególnych surowców.

Zależnie od pochodzenia botanicznego, skrobie różnią się między sobą cechami fizycznymi, takimi jak wielkość ziaren, ich kształt i struktura powierzchni. Niejednorodność taką obserwuje się nawet w obrębie tego samego gatunku [16]. Takie zróżnicowanie powoduje różnice w składzie chemicznym, strukturze cząsteczkowej, a tym samym we właściwościach fizykochemicznych skrobi natywnych, jak i modyfikowanych [6, 9, 17].

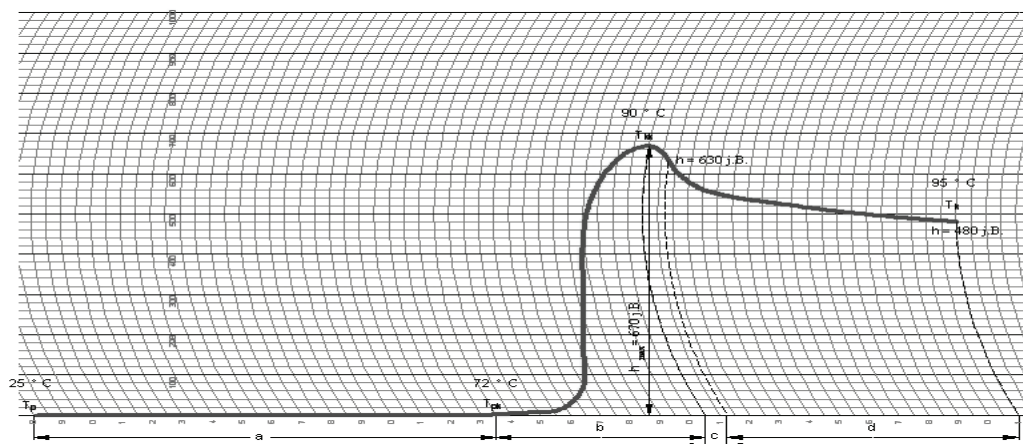
Na podstawie charakterystyki amylograficznej badanych surowców bezglutenowych oraz przeprowadzonych wypieków próbnych opracowano skład mieszanki chlebowej. Zaproponowana mieszanka (rys. 5) charakteryzowała się lepkością o wartości 470 j.B., przy końcowej temp. kleikowania 91 °C. W celu zbadania stabilności lepkości mieszanki podczas przetrzymywania jej kleików w wysokiej temperaturze, co ma

miejsce w procesie wypieku, wydłużono cykl badań kinetyki lepkości. Po osiągnięciu lepkości maksymalnej badany kleik dalej ogrzewano do temp. 95 °C, po czym przetrzymywano go w tej temperaturze przez 20 min. Uzyskany przebieg krzywej amylograficznej dowodzi dużej stabilności lepkości mieszanki.



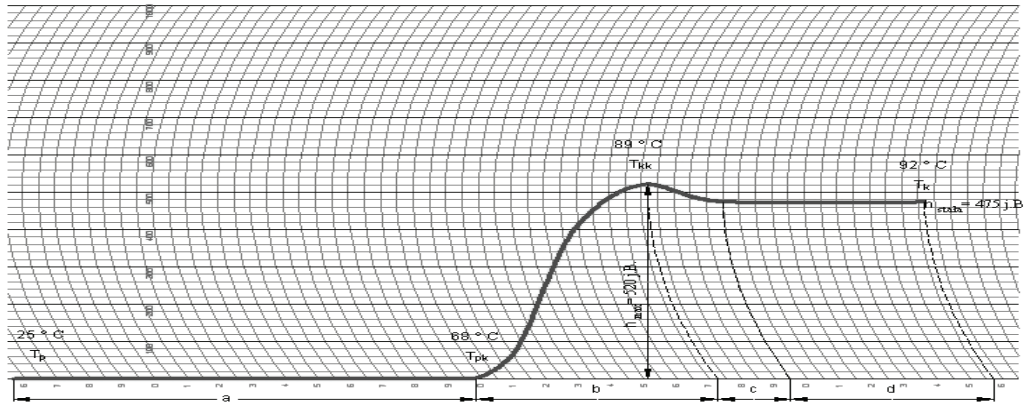
Rys. 1. Amylogram skrobi pszennej (8 % s.m.).

Fig. 1. Wheat starch amylograph (8 % d.m.).



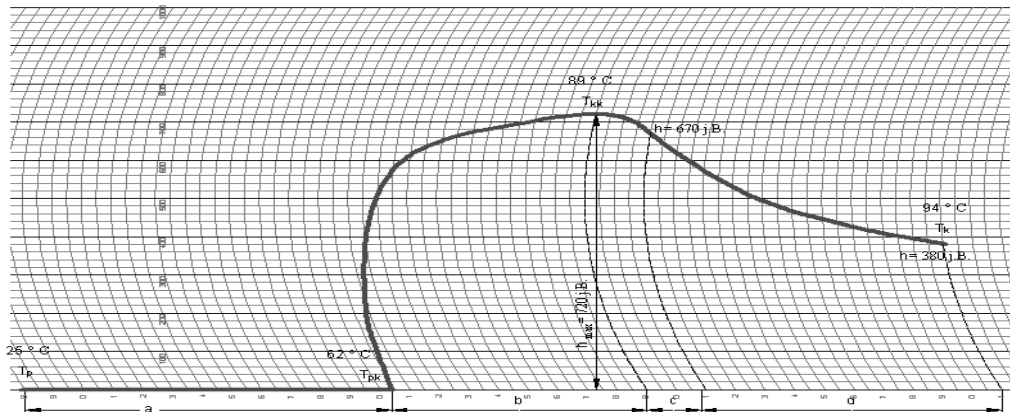
Rys. 2. Amylogram skrobi kukurydzianej (8 % s.m.).

Fig. 2. Maize starch amylograph (8 % d.m.).



Rys. 3. Amylogram mąki kukurydzianej (10 % s.m.).

Fig. 3. Maize flour amylograph (10 % d.m.).

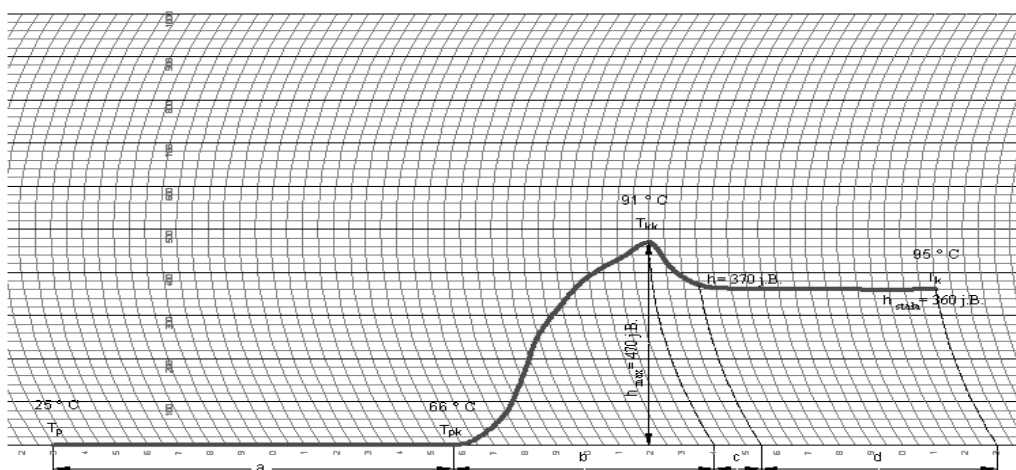


Rys. 4. Amylogram skrobi ziemniaczanej (5 % s.m.).

Fig. 4. Potato starch amylograph (5 % d.m.).

W literaturze opisano wiele przypadków, w których właściwości mieszanin niektórych biopolimerów mogą całkowicie różnić się od czystych składników [4, 12]. Przykładowo, wyniki badań właściwości reologicznych mieszaniny skrobi kukurydzianych (woskowa i wysokoamylozowa) różniących się proporcją amylozy do amylopektyny wskazują na obniżenie lepkości past w stosunku do lepkości obliczonych na zasadzie addytywności [2]. O tym, że nie jest to zjawisko typowe dla wszystkich rodzajów skrobi wskazuje wzrost lepkości układów past skrobi różnego pochodzenia. Zjawisko to można zaobserwować podczas tworzenia trójskładnikowych układów białka-polisacharydy-woda [19]. W zależności od proporcji mieszanych składników, struktury, masy cząsteczkowej, charakteru poszczególnych polisacharydów i białek stwierdza się odmienne właściwości mieszanin, niejednokrotnie korzystne, dotyczy to np. roz-

puszczalności, lepkości, podatności na działanie enzymów, żelowania, temperatury denaturacji. Zjawisko to tłumaczy się powstawaniem kompleksów, w wiązaniu których uczestniczą grupy polisacharydu o charakterze kwasowym oraz aldehydowym i zjonizowanymi grupami aminowymi białka. Istotne w tym względzie jest dopasowanie termodynamiczne białek i polisacharydów.



Rys. 5. Amylogram mieszanki skrobiowej (8 % s.m.).

Fig. 5. Starch mixture amylograph (8 % d.m.).

Przeprowadzone z udziałem opracowanej mieszanki próby wypiekowe zostały wysoko ocenione w testach sensorycznych i oznaczeniach fizykochemicznych. Wykorzystując recepturę podstawową, kolejne receptury komponowano z zastosowaniem deficytowych składników funkcjonalnych (tab. 1).

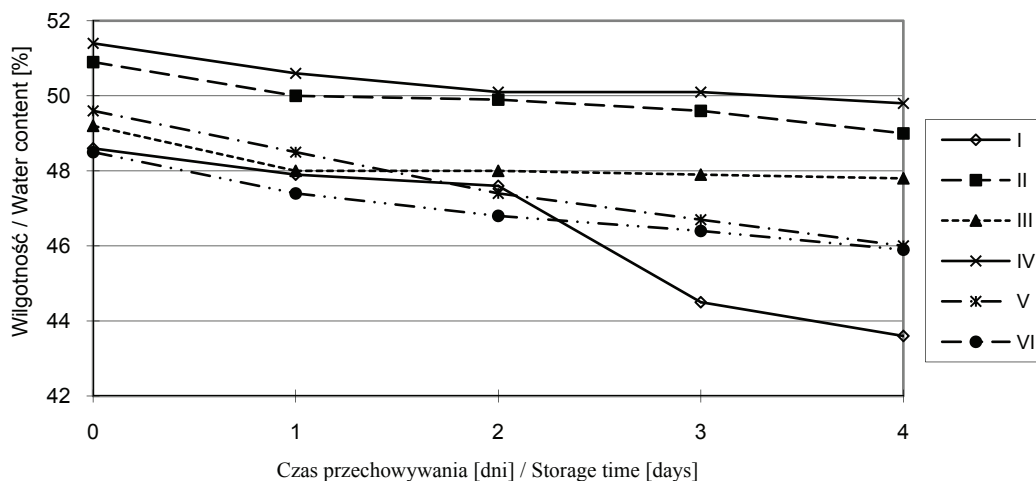
Tabela 1

Dodatki uwzględnione w recepturze chleba bezglutenowego [%].

Supplements included in the recipe of gluten-free bread [%].

Wypiek Bread type	Białko sojowe Soy protein	Błonnik sojowy Soy fibre	Pektyna Pectin	Inulina Inulin	Guma guar Guar gum	HPMC
I (próba kontrolna / control sample)	-	-	-	-	-	-
II	3	10	5	-	-	-
III	7	7	3	3	-	-
IV	7	7	3	3	2	1
V	8	-	2	5	2	-
VI	2	4,4	1,8	1,8	-	-

Otrzymane suplementowane chleby zostały wysoko ocenione. Wszystkie chleby uzyskane według własnych receptur charakteryzowały się bardziej miękką skórką i miększym niż pieczywo kontrolne. Zaobserwowano także spowolnienie procesu starzenia się pieczywa. Próby przechowalnicze wykazały w ich przypadku mniejsze ubytki wilgotności (rys. 6) i wolniejszą utratę elastyczności miększu.



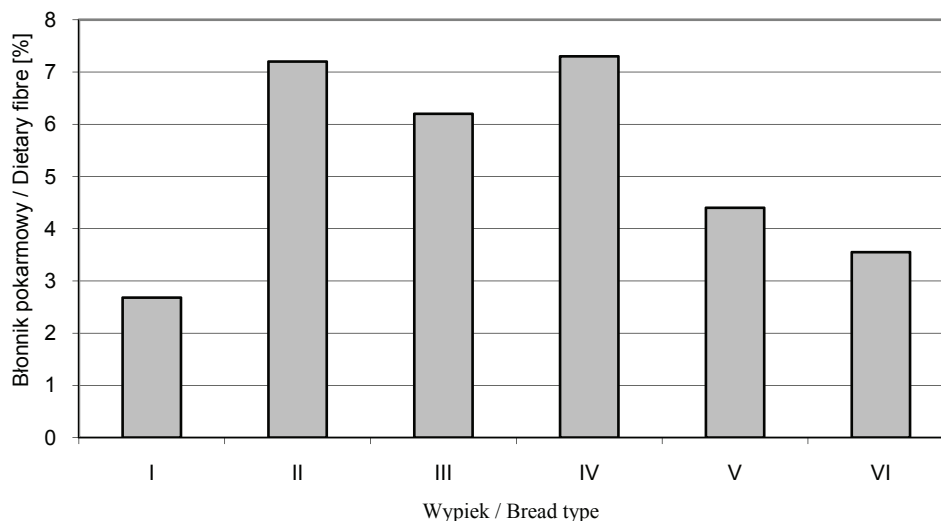
Rys. 6. Zmiany wilgotności chleba bezglutenowego w czasie przechowywania.

Fig. 6. Changes in water content in gluten-free bread during storage.

Podobne obserwacje poczynili w swoich badaniach Korus i Achremowicz [13]. Oznaczając profil tekstury miększu chleba bezglutenowego z dodatkiem preparatów błonnikowych różnego pochodzenia wykazali oni, że podstawowa cecha świadcząca o świeżości pieczywa – twardość miększu – była we wszystkich chlebach z dodatkami mniejsza w porównaniu z chlebem kontrolnym, zarówno w dniu wypieku, jak i podczas 4-dniowego przechowywania.

Chociaż udowodniono istotną rolę retrogradacji obu polimerów skrobiowych: amylozy i amylopektyny, w kontrolowaniu twardnienia miększu podczas przechowywania [9], to obserwowany w suplementowanym chlebie bezglutenowym pożądaný efekt wydłużenia świeżości konsumpcyjnej wyraźnie jest związany z zastosowaniem dodatku białka sojowego oraz różnych frakcji błonnika pokarmowego (nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego) w recepturze ciasta. Niektóre składniki błonnika pokarmowego w układzie z białkiem roślinnym i skrobią mogą powodować wzrost lepkości mieszaniny i przez to pełnić bardzo przydatną funkcję technologiczną zagęszczającą i strukturotwórczą ciasta. Stwierdzono [9], że jeśli woda zawarta w cieście zostanie w większości zatrzymana przez składniki mąki, a podczas przechowywania chleba nie następuje jej redystrybucja, wówczas mimo innych symptomów postępującego starze-

nia się, miękisz dłużej utrzymuje wilgoć. Wykazano także [7, 10], że dodatek do ciasta bezglutenowego protein sojowych lub z mleka wpływa dodatnio na wygląd bochenka, szczególnie na wzrost objętości właściwej oraz przedłużenie jego świeżości.



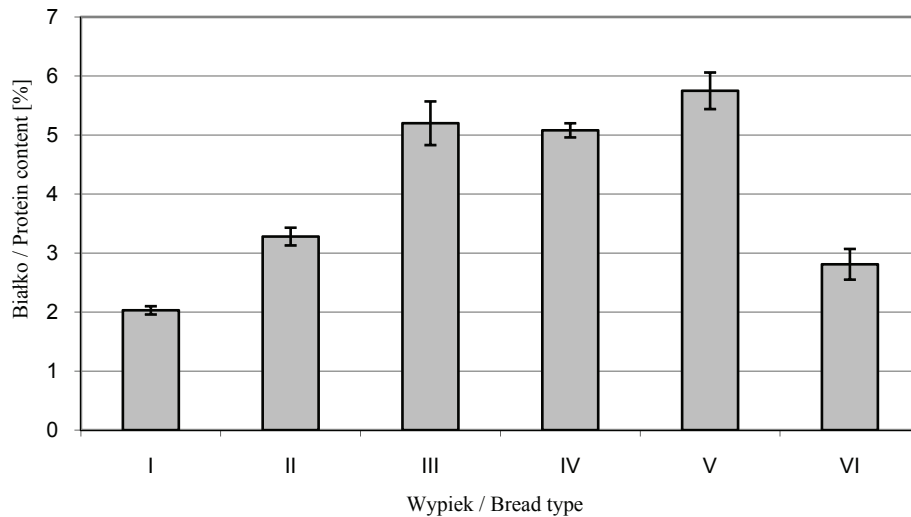
Rys. 7. Zawartość błonnika pokarmowego w suplementowanym chlebie bezglutenowym (oszacowana na podstawie składu recepturowego ciasta).

Fig. 7. Dietary fibre content in supplemented gluten-free bread (assessed based on the dough composition according to the recipe).

Oprócz przedłużonej świeżości chleba bezglutenowego uzyskano jednocześnie zwiększenie jego wartości żywieniowej. Zwiększenie zawartości błonnika pokarmowego do 6 - 7 % odpowiada bowiem zawartości tego cennego fizjologicznie składnika w tradycyjnym chlebie razowym (rys. 7).

Niedostateczny udział błonnika w diecie prowadzi do różnorodnych zaburzeń funkcjonowania przewodu pokarmowego. Nabiera to szczególnego znaczenia w przypadku osób z nietolerancją glutenu, u których na skutek niedoboru błonnika pokarmowego w diecie stwierdza się wtórne zaburzenia w funkcjonowaniu tego narządu. Dodatkowo suplement ten pełni w diecie rolę prebiotyku [11].

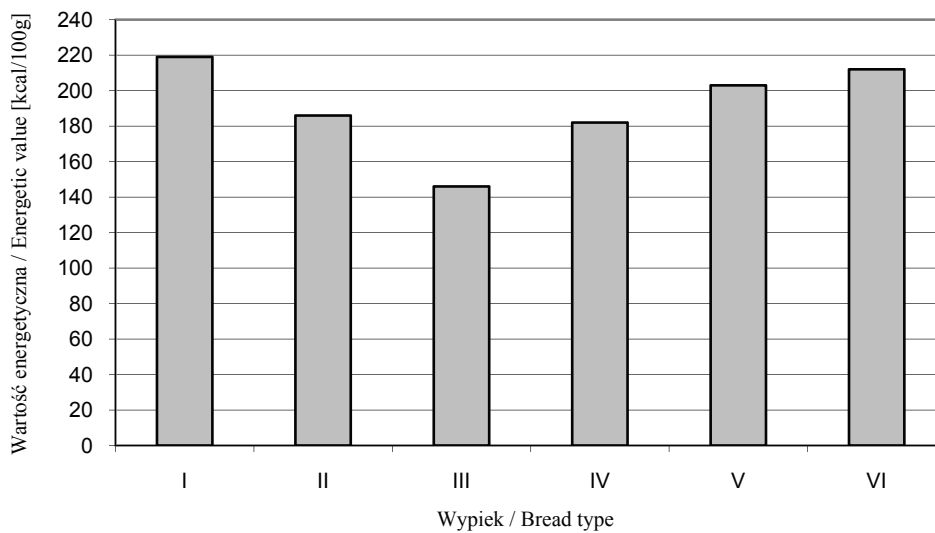
Chleby bezglutenowe otrzymywane według proponowanych receptur charakteryzowały się równocześnie wydatnie zwiększoną zawartością białka (5,06–5,75 %) w porównaniu z pieczywem uzyskanym z preparatu handlowego (2,03 %), co zrównuje je pod względem tego składnika z wyrobami pszennymi (rys. 8).



Rys. 8. Zawartość białka w chlebach bezglutenowych.

Fig. 8. Protein content in gluten-free breads.

Modyfikacje recepturowe spowodowały jednocześnie obniżenie wartości energetycznej uzyskiwanych chlebów, proporcjonalne do zastosowanej dawki błonnika (rys. 9).



Rys. 9. Wartość energetyczna chleba bezglutenowego.

Fig. 9. Energetic value of gluten-free bread.

Co ważne, ocena punktowa otrzymanego pieczywa wykazała, że są to produkty w pełni akceptowane przez konsumentów. Uzyskały one znacznie wyższy stopień pożądalności konsumenckiej (89–93 %) w porównaniu z chlebem uzyskanym z gotowej mieszanki (71 %).

Wnioski

1. Zaproponowane modyfikacje recepturowe pozwoliły na uzyskanie chleba bezglutenowego o wysokiej jakości.
2. Zastosowane w recepturze mieszanek bezglutenowych preparaty błonnika wpłynęły na poprawę jakości i efektywnie spowolniły proces starzenia się pieczywa. Jednocześnie uzyskano zwiększenie wartości żywieniowej pieczywa bezglutenowego, gdyż zawarta w nich ilość błonnika pokarmowego jest zbliżona do ilości w tradycyjnym chlebie razowym.
3. Chleby bezglutenowe otrzymywane według proponowanych receptur charakteryzowały się równocześnie ponad 2-krotnie większą zawartością białka, co jest porównywalne z wyrobami pszennymi.
4. Ocena punktowa wykazała, że są to produkty w pełni akceptowane przez konsumentów. Uzyskały one znacznie wyższy stopień pożądalności konsumenckiej (89–93 %) niż chleb wyprodukowany z dostępnej na rynku handlowej gotowej mieszanki (71 %).

Badania wykonano w ramach grantu KBN 2 P06T 036 27.

Literatura

- [1] Bartnikowska E.: Celiakia – choroba spowodowana spożywaniem przetworów zawierających gluten. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 2001, **9**, 16-20.
- [2] Cheng-yi Lii, Tomasiak P., Wei-ling Hung, Vivian M.-F. Lai.: Polysaccharide-polysaccharide interactions in pastes. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002, **11 (52)**, 29-33.
- [3] Ciclitira P.J., Moodie S.J.: Transition of care between paediatric and adult gastroenterology. Coeliac disease. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, 2003, **17**, 181-195.
- [4] Dunstan D.E., Chai E., Lee M.: The rheology of engineered polysaccharides. *Food Hydrocol.*, 1995, **9**, 225-228.
- [5] Fasano A., Catassi C.: Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 2001, **120**, 636–651.
- [6] Fortuna T., Juszczak L.: Retrogradacja skrobi rozsegregowanej pod względem wielkości ziaren. *Zesz. Nauk. AR Kraków*, 1998, **10**, 31-39.
- [7] Gallager E., Gormley T.R., Arendt E.K.: Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *J. Food Engin.*, 2003, **56**, 153-161.
- [8] Gallager E., Gormley T.R., Arendt E.K.: Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci. Technol.*, 2004, **15**, 143-152.
- [9] Gambuś H.: Funkcja skrobi w produktach piekarskich. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2000, **3**, 20-32.

- [10] Gerrard J.A., Abbot R.C., Newberry M.P., Gilpin M.J., Ross M., Fayle S.E.: The effect of non-gluten proteins on the staling of bread. *Starch/Stärke*, 2001, **53**, 278-280.
- [11] Gibson G.: Prebiotics. *Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.*, 2004, **18 (2)**, 287-298.
- [12] Gustaw W., Mleko S., Glibowski P.: Synergistyczne interakcje występujące pomiędzy polisacharydami w ich mieszaninach. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3**, 5-12.
- [13] Korus J., Achremowicz B.: Zastosowanie preparatów błonnikowych różnego pochodzenia jako dodatków do wypieku chlebów bezglutenowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2004, **1**, 65-73.
- [14] Krełowska-Kułas M.: Badanie jakości produktów spożywczych. PWE, Warszawa 1993.
- [15] Łoś-Kuczera M., Piekarska J.: Skład i wartość odżywcza produktów spożywczych. PZWL, Warszawa 1983.
- [16] Nowakowska K., Sucharzewska D.: Wpływ wielkości ziaren skrobi ziemniaczanej na kinetykę kleikowania i retrogradację. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2002, **4**, 92-101.
- [17] Pietrzyk S., Fortuna T.: Wpływ rodzaju skrobi i warunków jej utleniania na retrogradację. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **2**, 23-32.
- [18] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [19] Tomasiak P.: Funkcjonalne właściwości mieszanin białek z polisacharydami. *Przegl. Piek. i Cuk.*, 1990, **4**, 16-20.
- [20] Wieser H., Koehler P.: The biochemical basis of celiac disease. *Cer. Chem.*, 2008, **85 (1)**, 1-13.

IMPACT OF STARCH MIXTURE COMPOSITION ON PROPERTIES OF GLUTEN-FREE BREAD

S u m m a r y

The objective of the study was to develop a composition of starch mixtures intended for baking gluten-free bread, which could contribute to the improvement of both the physical properties of the dough and the quality of the final bread, and to obtaining a favourable balance of protein and dietary fibre.

Gluten-free mixtures were based on wheat, maize, and potato starches, and on maize flour. On the basis of amylographic profile of the raw materials studied, a composition of the mixture was developed that showed a viscosity of 470 B.U. and a high stability. The mixture was supplemented with dietary fibre of different origin and with soy protein. The experimental breads were characterized by both the softer crust and crumb compared to the control bread. They also showed the lower water depletion and the slower rate of decrease in the crumb elasticity during their storage. The inhibition of staling process of the bread made with the addition of the mixtures developed was clearly connected with adding dietary fibre to the dough recipe. Simultaneously, it was possible to win an increase in the nutritional value of gluten-free bread since the content of dietary fibre in the dough corresponded to the values characteristic for the conventional wholemeal bread. Modifications in the dough recipe also resulted in lowering the energetic value of the bread baked and were proportional to the quantity of fibre added. Furthermore, the gluten-free breads obtained according to the recipes suggested were characterised by the considerably raised protein content matching the level typical for wheat bakery products. The assessment method by points proved that the proposed breads were fully accepted by consumers. They received a much higher degree of the consumer acceptability (89–93 %) than the bread prepared using a ready-to-use mixture available on the market (71 %).

Key words: gluten-free bread, starch, viscosity, dietary fibre, nutritional value 